

(10) DE 102 35 039 A1 2004.02.12

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 102 35 039.6
(22) Anmeldetag: 31.07.2002
(43) Offenlegungstag: 12.02.2004

(51) Int Cl.⁷: B62D 6/04
B62D 6/00

(71) Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

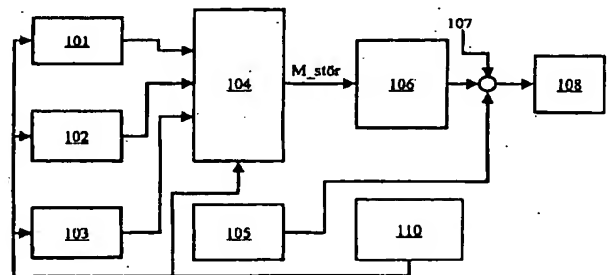
(72) Erfinder:
Bernzen, Werner, Dr.-Ing., 71139 Ehningen, DE;
Huber, Wilfried, Dipl.-Ing., 75395 Ostelsheim, DE;
Maaß, Volker, Dipl.-Ing., 70563 Stuttgart, DE;
Moser, Martin, Dipl.-Ing., 70736 Fellbach, DE;
Schneckenburger, Reinhold, Dipl.-Ing., 71277
Rutesheim, DE; Urban, Christian, Dipl.-Ing., 71636
Ludwigsburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Verfahren zur Bestimmung eines bei einer Betätigung eines Lenkrades wirkenden Lenkmoments bei Kraftfahrzeugen

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung eines bei einer Betätigung eines Lenkrades wirkenden Lenkmoments bei Kraftfahrzeugen.

Bei einem Kraftfahrzeug wird das bei einer Betätigung eines Lenkrades wirkende Lenkmoment bestimmt. Bei dem Kraftfahrzeug handelt es sich dabei insbesondere um ein Kraftfahrzeug, dessen gelenkte Räder angetrieben sind. Hierbei wird gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren der auf Störeinflüsse beruhende Störmomentenanteil ($M_{\text{stör}}$) des Lenkmomentes ermittelt. Mittels eines Momentenerzeugers (10) wird dann am Lenkrad ein störkraftgemindertes, insbesondere störkrafteinflussfreies, Lenkmoment (M_{soll}) erzeugt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung eines bei einer Betätigung eines Lenkrades wirkenden Lenkmoments bei Kraftfahrzeugen.

[0002] Im Fahrbetrieb eines Fahrzeugs treten, insbesondere während einer Kurvenfahrt unterschiedlich hohe Kräfte an den gelenkten Rädern auf. Dies betrifft nicht nur die auf das Rad einwirkenden Seitenkräfte sondern auch die in der Radaufstandsfläche wirkenden Umfangskräfte zwischen Rad und Straße.

[0003] Unterschiedliche Umfangskräfte treten bei Bremsvorgängen und dann insbesondere bei Bremsvorgängen vorwiegend im Grenzbereich der Längskraftübertragung auf. Vor allem treten derartige unterschiedliche Umfangskräfte aber dann auf, wenn die gelenkten Räder angetrieben sind. Die Antriebskräfte werden auf die Räder übergeleitet, die Räder weisen aber unterschiedliche zu fahrende Kurvenradien und damit unterschiedliche Kombinationen an Seiten- und Längskräften auf, es bilden sich unterschiedlich hohe Kräfte am Rad. Sie werden über die Lenkung abgestützt, worauf sie über den konstruktiv gegebenen Störkrafthebelarm einwirken. Diese Kräfte kompensieren sich damit bei eingeschlagener Lenkung nicht mehr gegenseitig.

[0004] Diese Kräfte werden vor allem dann vom Fahrer als störend empfunden, wenn die über die Lenkung abgestützten Kräfte einen hohen Anteil am vom Fahrer aufzubringenden Lenkmoment haben. Dies ist beispielsweise beim Anfahren mit stark eingeschlagener Lenkung der Fall.

[0005] Das Auftreten dieses technischen Problems ist beispielsweise in der DE 35 41 732 A1 und der DE 37 30 936 A1, wobei sich letztere Anmeldung insbesondere auf Schienenfahrzeuge und nicht auf Straßenfahrzeuge bezieht, beschrieben, wobei dort mechanische Einrichtungen zur Kraftkompensation als Lösung der Aufgabe dargestellt sind.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, das einer Betätigung des Lenkrades durch den Fahrer entgegenwirkende Lenkmoment so anzupassen, daß es frei von derartigen Störeinflüssen ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß der Erfindung gelöst.

[0008] Bei einem Kraftfahrzeug wird das, bei einer Betätigung eines Lenkrades wirkende Lenkradmoment bestimmt. Bei dem Kraftfahrzeug handelt es sich dabei insbesondere um ein Kraftfahrzeug, dessen gelenkte Räder angetrieben sind. Hierbei wird gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren der auf Störeinflüsse beruhende Störmomentenanteil des Lenkradmomentes ermittelt. Mittels eines Momentenerzeugers wird dann am Lenkrad ein störkraftgemindertes Lenkmoment erzeugt. Gemäß bevorzugter Ausführungsform der Erfindung ist das störkraftgeminderte Lenkmoment störkrafteinflussfrei.

[0009] Dadurch, dass in dem Fahrzeug der Störmomentenanteil des Lenkradmomentes ermittelt wird, wird es ermöglicht, diesen Teil des Lenkradmomenten-

tes durch den Momentenerzeuger am Lenkrad weitgehend oder ganz zu kompensieren. Die Störkraft wird dabei entsprechend der Genauigkeit der Ermittlung der Störkrafteinflüsse sowie der Ansteuerung des Momentenerzeugers gemindert. Hierdurch verspürt der Fahrer den entstehenden Störmomenteneinfluß zumindest gemindert, vorzugsweise nicht mehr.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird der Störmomentenanteil aus Radkräften ermittelt wird. Hierzu kann insbesondere wenigstens eine der Kräfte aus Radumfangskraft, Radnormalkraft und Radseitenkraft verwendet werden, wobei diese Kräfte vorzugsweise für wenigstens einen Teil der gelenkten Räder ermittelt wird. Die Radkräfte können dabei unter Verwendung eines Modells, insbesondere eines Beobachters, ermittelt werden. Durch die Verwendung eines Modells, das insbesondere ein Achsmodell benutzt kann das Verhalten der Achse gut nachgebildet werden, so dass der Störkraftanteil gut ermittelt werden kann. Bei den Modellen kann es sich insbesondere um Beobachter, vorzugsweise modellgestützte Beobachter handeln.

[0011] Die Radkräfte werden insbesondere unter Verwendung mittels Sensoren gemessener oder im Fahrzeug ermittelter Größen bestimmt. Es werden dabei insbesondere Größen aus der Menge Lenkwinkel, Giergeschwindigkeit, Fahrzeuggeschwindigkeit, Querbeschleunigung, Raddrehzahlen, Radbremsdrücken und Antriebsmoment, verwendet. Diese Größen ermöglichen in vorteilhafter Weise die Ermittlung von Störmomentenanteilen, sie fließen insbesondere in das Modell bzw. den Beobachter ein. Darüber hinaus können Störmomente aus Radkräften und gemessenen Größen ermittelt werden, wobei hierzu insbesondere ein Beobachter oder wenigstens ein Kennfeld herangezogen wird.

[0012] Das an dem Lenkrad wirkende Lenkmoment wird vorzugsweise durch entsprechende Ansteuerung eines Momentenerzeugers um den ermittelten Störmomentenanteil gemindert. Es ist auch möglich ein störkrafteinflussfreies Soll-Lenkmoment zu ermitteln und dieses über den Momentenerzeuger einzusteuern oder einzuregeln, so dass hierdurch ein störkrafteinflussfreies Lenkmoment am Lenkrad erzeugt wird. Beide Varianten ermöglichen eine angenehme Bedienung des Lenkrades durch den Fahrer, das von Störmomentenanteilen frei ist. Das störmomenteneinflussfreie Soll-Lenkmoment kann hierzu mittels eines Modells, wie z.B. eines Beobachters, ermittelt werden, wobei dabei insbesondere Größen aus der Menge Lenkwinkel, Giergeschwindigkeit, Fahrzeuggeschwindigkeit, Querbeschleunigung, Raddrehzahlen, Radbremsdrücken und Antriebsmoment verwendet werden.

[0013] Abhängig von der Arbeitsweise des Momentenstellers wird zur Erzeugung des Lenkmomentes von dem Momentensteller einfach ein den Störmomentenanteil kompensierendes Moment erzeugt oder aber, falls das gesamte Lenkmoment durch den

Momentenerzeuger erzeugt wird, einem ohne Betrachtung des Störmomentenanteils ermittelten Lenkmoments der Störmomentenanteil überlagert und das sich aus dieser Überlagerung ergebende Moment als Lenkmoment eingesteuert.

[0014] Es ist auch möglich, zur Ermittlung von Störmomenten aus Größen, wie den bereits vorgenannten Größen eine spezifische Fahrsituation abzuleiten und die Störmomente in Abhängigkeit der erkannten Fahrsituation zu ermitteln.

[0015] Gemäß bevorzugter Ausführungsform der Erfindung wird das Lenkmoment geregelt. Dabei können insbesondere auch dann, wenn das Lenkmoment am Lenkrad geregelt wird, stochastische Schwingungsanregungen – insbesondere im Eigenfrequenzbereich der Lenkung – an gelenkten Rädern, sogenannter Shimmy, auch als Störmomente erfasst und ausgegeregelt werden. Diese in bestimmten Fahrsituationen auftretenden Schwingungen werden dann nicht mehr an das Lenkrad weitergeleitet und somit der Komfort und die Fahrsicherheit für den Fahrer erhöht.

[0016] Die Erfindung sowie vorteilhafte Ausgestaltungen derselben sind außer in den Ansprüchen auch in der Beschreibung dargelegt. Darüber hinaus ist die Erfindung nachfolgend an Hand des in der Zeichnung dargelegten Ausführungsbeispiels näher erläutert; dabei zeigt

[0017] **Fig. 1** ein Blockdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Bestimmung des einer Betätigung entgegenwirkenden Lenkradmoments; und
[0018] **Fig. 2** ein Blockdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Regelung des einer Betätigung entgegenwirkenden Lenkradmoments.

[0019] Gemäß dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Lenkmoment am Lenkrad geregelt. Zunächst werden der Regelung Eingangsgrößen **110** zugeführt. Diese Größen umfassen dabei insbesondere wenigstens einen Teil der Größen aus Lenkwinkel, Giergeschwindigkeit, Fahrzeuggeschwindigkeit, Querschleunigung, Radgeschwindigkeiten, Radbremsdrücken und Antriebsmoment. Diese Größen werden meist über Sensoren gemessen und liegen als Signale im Fahrzeug ohnehin vor. Die entsprechenden Werte werden dann nur zusätzlich auch dieser Regelung zugeführt, wobei die Auswahl der verwendeten Größen von den im Einzelfall verwendeten Modellen, Beobachtern und Kennfeldern abhängig ist.

[0020] Die zugeführten Eingangsgrößen werden drei unterschiedlichen Ermittlern **101**, **102**, **103** zugeführt, wobei im Ermittler **101** die Radumfangkräfte, im Ermittler **102** die Radnormalkräfte (Radaufstandskräfte) und im Ermittler **103** die Radseitenkräfte ermittelt werden. In jedem der Ermittler **101**, **102**, **103** kann die Ermittlung der entsprechenden Kräfte jeweils unter Verwendung eines entsprechenden Modells, wie eines vorzugsweise modellgestützten Beobachters, oder unter Verwendung angepasster Kennfelder vorgenommen werden.

[0021] Die Ergebnisse der Ermittler **101**, **102** und **103** werden dann dem Bestimmer **104** zugeführt, in dem die Störmomentenanteile bestimmt werden. Der Bestimmer **104** ermittelt, wiederum unter Verwendung eines Modells, wie eines Beobachters, oder eines Kennfeldes aufgrund der Größen Lenkwinkel und der ermittelten Radkräfte sowie ggf. weiterer Eingangsgrößen **110**, das Störmoment $M_{\text{stör}}$.

[0022] Dieses Störmoment $M_{\text{stör}}$ wird dann der Auswerteeinheit **106** zugeführt. In der Auswerteeinheit wird aus dem Störmoment $M_{\text{stör}}$ das für das Ansteuern des Momentenerzeugers **108** erforderliche Steuersignal erzeugt und anschließend gefiltert um es zu glätten. Das so erhaltene Signal wird dem Addierer **107** zugeführt. Dem Addierer **107** wird gemäß der dargestellten Ausführungsform zusätzlich auch ein Steuersignal, das aus einem Grundlenkmoment **105** abgeleitet wird, zugeführt, wobei das Grundlenkmoment ohne Berücksichtigung von Störmomenten ermittelt wird. Das Grundlenkmoment wird meist kennfeldabhängig ermittelt und dient der Steuerung des Lenkmoments beispielsweise in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit. Diese beiden Stellsignale werden in dem Addierer **107** zusammengeführt und das sich daraus ergebende Stellsignal wird dem Momentenerzeuger **108** zugeführt, der dann das entsprechende Stellmoment erzeugt, das auf die in der Lenksäule übertragenen Momente aufgeschaltet wird, so dass aus diese Momente zum einen auf ein gewünschtes Soll-Maß reduziert werden und zum anderen die Störmomente herauskompensiert werden.

[0023] Die **Fig. 2** zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem eine Regelung der Lenkmomente am Lenkrad erfolgt und damit auch eventuelle Störmomente kompensiert werden. Ein störmomentenfreies Verhalten des Lenkrades wird erzielt.

[0024] Dem Momentensteller **208** wird dazu von der Auswerteeinheit **207** ein Regelsignal zugeführt, das zur Erzeugung eines Lenkmoments führt. Das erzeugte Lenkmoment M_{ist} wird über den Momentensensor **206** erfasst und der Auswerteeinheit **207** zurückgeführt um die Regelstrecke zu schließen.

[0025] Ein Soll-Moment wird in der Beobachtereinheit **205** bestimmt und dann der Auswerteeinheit **207** zugeführt. Hierzu werden der Beobachtereinheit **205** Sensorsignale **201** zugeführt, die fahrdynamische Größen des Fahrzeugs, wie Lenkwinkel, Giergeschwindigkeit, Fahrzeuggeschwindigkeit und Querschleunigung repräsentieren. Darüber hinaus wird der Beobachtereinheit **205** auch das Signal eines Fahrsituationserkenners **204** zugeführt. Aus der in dem Fahrsituationserkenners **204** erkannten Fahrsituation und aus den Sensorsignalen **201** wird in der Beobachtereinheit **205** ein Lenkmoment M_{soll} ermittelt, das frei von Störeinflüssen ist. Dabei wird zur Ermittlung vorzugsweise ein Modell, insbesondere ein modellgestützter Beobachter, dem ein Fahrzeugmodell und insbesondere ein Modell der Lenkung zugrunde liegt, verwendet. Anstelle der Modellierung

durch einen Beobachter, der die Fahrsituation berücksichtigt, können auch fahrsituationsabhängige Kennfelder vorgegeben werden.

[0026] Zur Ermittlung der Fahrsituation werden dem Fahrsituationserkenner den Fahrzustand des Fahrzeugs repräsentierende Sensorsignale 201 zugeführt. Zusätzlich hierzu werden auch das Radverhalten repräsentierende Sensorsignale 202 und zusätzlich oder alternativ auch noch Fahrbahninformatio- nen 203 zugeführt. Die Fahrbahninformatio- nen 203 können dabei insbesondere von einer optischen Straßenerfassungseinrichtung wie einer Kamera oder einem Navigationssystem stammen. Die das Radverhalten repräsentierenden Sensorsignale 202 beinhalten insbesondere Informationen über die Radgeschwindigkeiten (Raddrehzahlen) sowie die Radbremsdrücke. Diese Informationen insbesondere von den gelenkten Rädern werden dann bei der Ermittlung der Fahrsituation berücksichtigt.

[0027] Bei den ermittelten oder erkannten Fahrsitu- ationen handelt es sich insbesondere um Kurven- fahrt, wobei hierbei insbesondere auch der Kurvenra- dius ermittelt wird, um Seitenwind, Situationen unter- schiedlicher Kraftschlussbeiwerte an den Fahrzeug- seiten (μ -split) und Situationen geringen nutzbaren Kraftschlussbeiwertes (μ -nutz).

[0028] Auf diese Art und Weise kann ein Soll-Lenk- moment M_{soll} ermittelt werden, das frei von Störein- flüssen ist. Insbesondere durch eine solche Rege- lung ist es möglich, auch stochastische Schwin- gungsanregungen, insbesondere solche im Bereich der Eigenfrequenz der Lenkung – sogenannter Shim- my – wenigstens teilweise zu kompensieren und das Lenkmoment am Lenkrad so zu regeln, dass solche Einflüsse weniger stark, vorzugsweise nicht spürbar sind. Das so ermittelte Lenkmoment dient der Ver- besserung des Fahrkomforts und der Fahrsicherheit. Eine Beeinflussung durch Störmomente und eine Überreaktion oder Falschreaktion durch den Fahrer wird wesentlich verringert bzw. ganz vermieden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen eines bei einer Be- tätigung eines Lenkrades wirkenden Lenkmoments bei Kraftfahrzeugen, insbesondere bei an gelenkten Rädern angetriebenen Kraftfahrzeugen, **dadurch gekennzeichnet**, dass der auf Störeinflüssen beru- hende Störmomentenanteil ($M_{\text{stör}}$) des Lenkmo- mentes (M_{ist}) ermittelt und mittels eines Momenten- erzeugers (108,208) ein störkraftgemindertes Lenk- moment (M_{ist}) erzeugt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn- zeichnet, dass das störkraftgeminderte Lenkmoment (M_{ist}) so bestimmt wird, dass es zumindest weitge- hend störkraftfrei ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch

gekennzeichnet, dass der Störmomentenanteil ($M_{\text{stör}}$) aus Radkräften (101,102,103,201) ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekenn- zeichnet, dass das Störmoment ($M_{\text{stör}}$) aus we- nigstens einer der Kräfte aus Radumfangskräften (101), Radnormalkräften (102) und Radseitenkräften (103) ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Radkräfte (101,102,103,201) unter Verwendung eines Beob- achters ermittelt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Radkräfte (101,102,103,201) unter Verwendung mittels Senso- ren gemessener oder im Fahrzeug ermittelter Grö- ßen, insbesondere von Größen aus der Menge Lenk- winkel, Giergeschwindigkeit, Fahrzeuggeschwindig- keit, Querbefleunigung, Raddrehzahlen, Rad- bremsdrücken und Antriebsmoment, ermittelt wer- den.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stör- momentenanteil ($M_{\text{stör}}$) aus Radkräften (101,102,103,201) und gemessenen Größen ermit- telt wird, wobei hierzu insbesondere ein Modell, vor- zugsweise ein Beobachter, oder zumindest ein Kenn- feld herangezogen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das an dem Lenkrad wirkende Lenkmoment (M_{ist}) um das Störmoment gemindert wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aus Grö- ßen ein störkrafteinflussfreies Soll-Lenkmoment (M_{soll}) ermittelt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekenn- zeichnet, dass das störkrafteinflußfreie Soll-Lenkmo- ment (M_{soll}) mittels eines Modells, insbesondere ei- nes Beobachters, ermittelt wird, wobei insbesondere Größen aus der Menge Lenkwinkel, Giergeschwin- digkeit, Fahrzeuggeschwindigkeit, Querbefleunigung, Raddrehzahlen, Radbremsdrücken und An- triebsmoment verwendet werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass dem Momenten- erzeuger (108,208) ein zu erzeugendes Lenkmoment sowie ein Störmomentenanteil ($M_{\text{stör}}$) zur Erzeu- gung des Lenkmoments zugeführt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Er-

mittlung des Störmomentenanteils ($M_{\text{stör}}$) aus Größen eine Fahrsituation abgeleitet wird und die Störmomente ($M_{\text{stör}}$) in Abhängigkeit der Fahrsituation ermittelt werden.

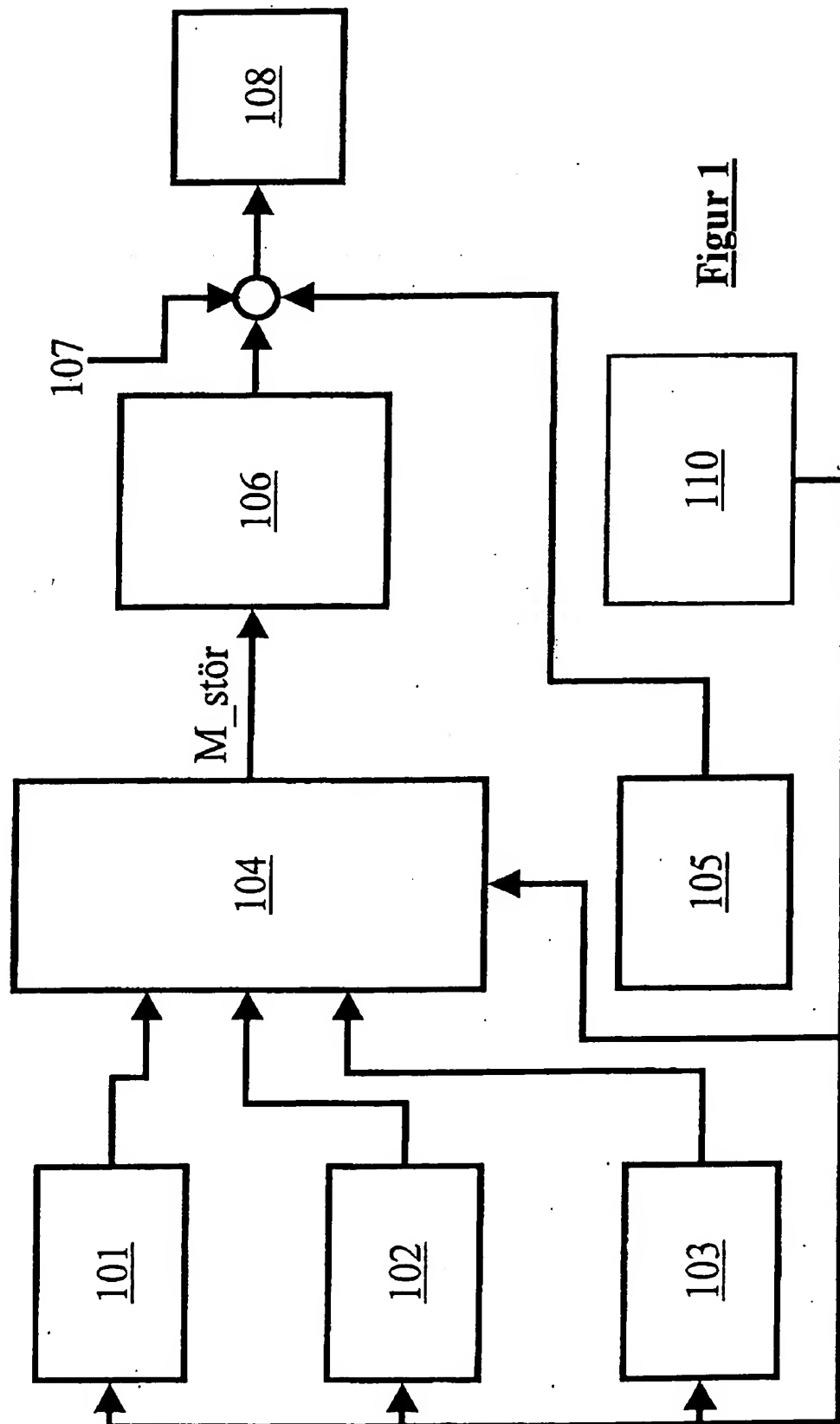
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ist-Moment (M_{ist}) des Lenkmoments erfasst wird und aufgrund des Ist-Momentes (M_{ist}) und des ermittelten Störmomentenanteils ($M_{\text{stör}}$) ein störmomentenfreies Lenkmoment eingeregelt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ist-Moment (M_{ist}) des Lenkmoments erfasst wird und aufgrund des Ist-Momentes (M_{ist}) und des ermittelten störmomenteneinflussfreien Soll-Moments (M_{soll}) ein störmomentenfreies Lenkmoment (M_{ist}) eingeregelt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass als Störmomentenanteile ($M_{\text{stör}}$) auch stochastische Schwingungsanregungen gelenkter Räder ermittelt werden.

16. Kraftfahrzeug mit einem Lenkrad zum Vorgeben eines Lenkwinkels durch einen Fahrer, einem Momentenerzeuger zum Beaufschlagen des Lenkrades mit einem Lenkmoment dadurch gekennzeichnet, dass das Lenkmoment nach einem der vorhergehenden Ansprüche ermittelt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



Figur 1

Figur 2

